

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления вала асинхронного двигателя Oni

Обучающийся	<u>В.А. Моргун</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2022

Аннотация

В работе спроектирован технологический процесс изготовления вала асинхронного двигателя «Oni», а также рассмотрены мероприятия по совершенствованию предложенной технологии изготовления. В ходе выполнения работы достигается цель, которая заключается в разработке технологии изготовления, обеспечивающей выпуск валов асинхронного двигателя соответствующих заданным показателям качества изготовления для всей годовой программы выпуска, при условии обеспечения минимальной стоимости изготовления. Достижение цели выполняется поэтапно, путем решения соответствующих задач, выявленных в ходе анализа исходных данных, выполненного в первом разделе работы. Задача проектирования технологического процесса изготовления решена во втором разделе. Решение данной задачи включает в себя выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработку технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определение режимов резания и проведение нормирования технологических операций, проектирование маршрутно-операционной технологии изготовления. Задача совершенствования спроектированного технологического процесса решена в третьем разделе. Решение данной задачи включает в себя выявление лимитирующих операций, их критический анализ и совершенствование, путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента. Задача обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности решена в четвертом разделе путем анализа действующих на производстве опасных и вредных факторов, а также разработкой соответствующих мероприятий. Задача определения экономической эффективности решена в пятом разделе.

Пояснительная записка работы состоит из 71 страниц. Графическая часть включает 7 листов формата А1.

Abstract

The asynchronous motor "Oni" shaft manufacturing technological process is designed in the work, and measures to improve the proposed manufacturing technology are also considered. In the work course, the goal is achieved, which is to develop a manufacturing technology that ensures the asynchronous motor shafts production corresponding to the specified manufacturing quality indicators for the entire annual production program, provided that the minimum manufacturing cost is ensured. The goal achievement is carried out in stages, by solving the corresponding tasks identified during the analysis of the initial data performed in the first section of the work. The manufacturing process designing problem is solved in the second section. The solution to this problem includes the workpiece selection and design, the processing methods choice, the technological schemes of basing development, the technological equipment choice, the cutting modes and the technological operations rationing determination, the route-operational manufacturing technology design. The designed technological process task is improving solved in the third section. The solution of this problem includes the limiting operations identification, their critical analysis and improvement, by designing a special machine tool and cutting tool. The task of ensuring industrial, fire and environmental safety is solved in the fourth section by analyzing the hazardous and harmful factors operating in production, as well as by developing appropriate measures. The determining economic efficiency problem is solved in the fifth section.

The work explanatory note consists of 71 pages. The graphic part includes 7 sheets of A1 format.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	6
1.1 Функции и условия эксплуатации детали.....	6
1.2 Анализ детали на технологичность.....	7
1.3 Определение типа производства и его характеристик.....	10
1.4 Постановка задач.....	11
2 Проектирование технологического процесса.....	12
2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование.....	12
2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали.....	21
2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса.....	23
2.4 Проектирование технологических операций.....	26
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	30
3.1 Проектирование трехкулачкового патрона.....	30
3.2 Проектирование дисковой фрезы.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	39
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	45
5 Экономическая эффективность работы.....	47
Заключение.....	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Технологическая документация.....	57
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	69

Введение

Электродвигатели применяются в обрабатывающей промышленности, добывающей промышленности, строительстве, энергетике, транспорте, жилищно-коммунальном хозяйстве и многих других отраслях. Разнообразие областей применения объясняется удобством использования и относительной простотой конструкции, а также возможностью использования в различных климатических условиях. В качестве источника энергии данный вид двигателей использует электроэнергию, что существенно дешевле по сравнению с двигателями, работающими от других видов энергии и имеющих схожие технические параметры. Другим неоспоримым преимуществом электродвигателя является компактность конструкции, что позволяет существенно снизить общий вес технических систем.

Важным эксплуатационным показателем любого асинхронного электродвигателя является надежность его функционирования. Обеспечение данного показателя закладывается на стадии изготовления и зависит от точности выполнения требований закладываемых конструктором. В процессе изготовления необходимо учесть, не только данные требования, но и особенности производства, в условиях которого производится изготовление. Как правило, они определяются типом производства, зависящим от годовой программы выпуска деталей и общей номенклатуры производства. Другим немаловажным фактором, определяющим конкурентоспособность изделия, является стоимость его изготовления, которая зависит, прежде всего, от принятой технологии изготовления.

Из сказанного следует, что в ходе выполнения работы необходимо достигнуть цели, которая заключается в разработке технологии изготовления, обеспечивающей выпуск валов асинхронного двигателя соответствующих заданным показателям качества изготовления для всей годовой программы выпуска, при условии обеспечения минимальной стоимости изготовления.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Функции и условия эксплуатации детали

Вал в конструкции асинхронного двигателя является ротором и предназначен для установки на нем обмотки, а также передачи крутящего момента на муфту, соединяющую электродвигатель с исполнительным механизмом посредством шлицевого соединения. С целью преобразования энергии электрического поля во вращение вала на нем имеются специальные пазы и отверстия для установки и фиксации обмотки.

Как отмечалось ранее, асинхронные двигатели имеют широкую область применения. Это определяет условия эксплуатации входящих в их конструкцию деталей. Прежде всего, это температурный режим. Электродвигатели могут эксплуатироваться вне производственных зданий и сооружений, поэтому возможно воздействие экстремально низких и высоких температур, что приводит к повышенному износу опорных поверхностей вала и шлицевого соединения.

Другим фактором, влияющим на износ шлицевой поверхности вала, является наличие частиц пыли и других примесей в воздухе. Влияние данного фактора на другие поверхности вала ограничено, так как они работают в закрытом корпусе в условиях постоянной смазки.

Воздействие внешних атмосферных осадков может привести к появлению коррозии на поверхностях находящихся вне корпуса электродвигателя.

Служебное назначение электродвигателя подразумевает воздействие на вал знакопеременных и ударных нагрузок, что может привести к повреждению и разрушению его шлицевых и опорных поверхностей.

В случае работы электродвигателя в условиях производственных помещений возможно воздействие на ряд поверхностей вала различных химически активных технологических жидкостей, что может привести к

повреждению и преждевременному износу данных поверхностей.

В общем, условия работы вала можно оценить как умеренно агрессивные с риском повреждения, преждевременного износа, а в ряде случаев и разрушения отдельных его поверхностей.

1.2 Анализ детали на технологичность

Технологичность является комплексной оценкой соответствия детали группе критериев [2]. К данным критериям относятся технологичность материала детали, технологичность конструкции детали, технологичность изготовления. Ниже приведен анализ вала на технологичность согласно данным критериям.

Материал детали считается технологичным, если его химический состав и физико-механические характеристики соответствуют выполняемым функциям. В качестве материала вала используется сталь 18ХГТ ГОСТ 4543–71. «Химический состав [25]: углерод 0,17–0,23%, хром 1,0–1,3%, марганец 0,8–1,1%, титан 0,03–0,09%, кремний 0,17–0,37%, никель 0,3%, медь до 0,3%, серы до 0,035%, фосфор до 0,035%» [25]. Предел текучести 880 МПа, предел прочности 980 МПа, твердость до 63 НРС. Приведенные характеристики являются достаточными и полностью отвечают требованиям к детали исходя из проведенного ранее анализа функционального назначения и условий работы детали.

Конструкцию вала можно считать технологичной. Данный вывод можно сделать исходя из того, что контур детали ступенчатый, сформирован в основном плоскими поверхностями и поверхностями вращения. Это облегчает получение данных поверхностей с наименьшим количеством переустановок заготовки. В конструкции вала применены стандартизированные элементы, а размеры приняты из стандартного ряда чисел, что позволит применить для их получения стандартизированные металлорежущие инструменты и средства промежуточного и окончательного

контроля. Тем самым обеспечивается снижение стоимости изготовления детали.

Оценка технологичности изготовления включает в себя анализ заготовки, анализ применимости методов механической и термической обработки, анализ базирования и возможности его реализации на операциях механической обработки, анализ возможности обеспечения заданных на чертеже детали требований к поверхностям детали.

Заготовку вала можно считать технологичной. Это объясняется тем, что для ее получения, исходя из формы и габаритов детали, марки материала согласно данным [6], можно применить различные методы штамповки или применять прокат. Любой из предлагаемых методов получения заготовки обеспечивает требуемые параметры изготовления, производительность и приемлемую себестоимость.

Исходя из формы поверхностей детали, их взаимного расположения и требуемой точности изготовления, все поверхности детали могут быть получены стандартными методами механической обработки без применения специальных средств технологического оснащения [4], что обеспечит минимальные затраты на механическую обработку. Требуемые характеристики твердости поверхностей детали могут быть достигнуты применением стандартных методов термической обработки [8]. Следовательно, с точки зрения применимости методов механической и термической обработки деталь можно считать технологичной.

Базирование детали может быть осуществлено с применением стандартных схем базирования с применением искусственных и естественных баз [4]. Это обеспечит соблюдение основных принципов базирования и позволит минимизировать погрешности на операциях механической обработки. Реализация данных схем базирования не потребует применения нестандартной технологической оснастки [4]. Это позволяет считать деталь технологичной с точки зрения базирования и возможности его реализации на операциях механической обработки.

Анализ возможности обеспечения заданных на чертеже детали требований к поверхностям детали проведем на основе классификации поверхностей детали, то есть сначала выясним целесообразность требований по точности изготовления поверхностей детали. Для этого каждой поверхности присвоим свой уникальный номер (рисунок 1), а затем классифицируем их по назначению [10].

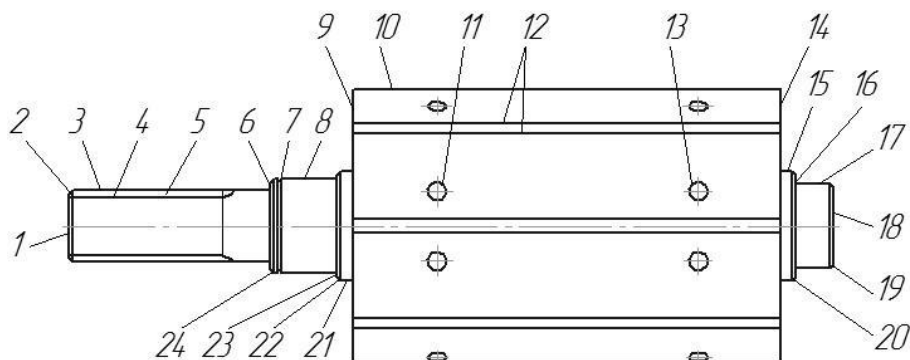


Рисунок 1 – Нумерация поверхностей вала

Согласно принятой методике классификации поверхностей, поверхности 8, 16, 17 являются основными конструкторскими базами, поверхности 11, 12, 13 являются вспомогательными конструкторскими базами, поверхность 5 является исполнительной. Все поверхности неуказанные в данной классификации являются свободными. Анализируя заданные конструктором на чертеже детали параметры данных поверхностей приходим к выводу, что параметры точности, шероховатости, твердости и взаимного расположения поверхностей соответствуют их служебному назначению и не могут быть изменены. Все заданные параметры могут быть достигнуты с применением стандартных методов обработки. Применение высокоточных, дорогостоящих методов обработки в данном случае минимально. Следовательно, с точки зрения возможности обеспечения заданных на чертеже детали требований к поверхностям детали деталь можно считать технологичной.

Проведенный анализ технологичности детали показал, что исходя из ее служебного назначения, требуемых параметров точности, шероховатости, твердости и других параметров поверхностей деталь можно охарактеризовать как технологичную и не проводить доработку ее конструкции.

1.3 Определение типа производства и его характеристик

Тип производства определяет все его основные характеристики. Для его определения применим методику, основанную на знании массы детали и годовой программы выпуска [12]. Согласно данной методике при годовой программе выпуска 8000 деталей в год и массе детали равной 12,99 кг тип производства соответствует среднесерийному.

По данным литературы [4, 12, 26] принимаем следующие основные характеристики данного типа производства. Технология изготовления должна соответствовать групповой форме организации. При этом детали должны выпускаться партиями, которые имеют определенную периодичность запуска. Методы получения заготовок зависят от материала детали и ее формы. Чаще всего применимы такие методы как литье, штамповка и прокат. Технологические процессы проектируются с применением типовых технологических процессов. Выбор методов обработки производится исходя из условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат. Определение припусков на обработку производится для точных поверхностей расчетно-аналитическим методом, для остальных поверхностей используется статистический метод. Режимы резания определяются с использованием расчетного метода и статистических данных. Для обеспечения заданной точности обработки используется базирование заготовок с соблюдением основных принципов базирования и метод достижения точности на настроенном оборудовании. Оборудование должно отвечать требованиям гибкости, то есть быть

универсальным, желательно оснащенным системами числового управления. Допускается применение специализированного оборудования. Предпочтение отдается универсальным и стандартизированным средствам технологического оснащения и контроля. Технологический процесс оформляется в маршрутно-операционном виде. При проектировании производственных подразделений оборудование следует размещать по групповому признаку.

1.4 Постановка задач

Проведенный выше анализ позволяет сформулировать задачи, решение которых необходимо для достижения цели достигается. Первая задача заключается в проектировании технологического процесса изготовления. Решение данной задачи включает в себя выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработку технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определение режимов резания и проведение нормирования технологических операций, проектирование маршрутно-операционной технологии изготовления. Вторая задача заключается в совершенствовании спроектированного технологического процесса. Решение данной задачи включает в себя выявление лимитирующих операций, их критический анализ и совершенствование, путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента. Третья задача заключается в обеспечении производственной, пожарной и экологической безопасности путем анализа действующих на производстве опасных и вредных факторов, а также разработкой соответствующих мероприятий. Четвертая задача заключается в определении экономической эффективности. Все перечисленные задачи решаются в последующих разделах данной выпускной квалификационной работы.

По результатам выполнения данного раздела поставлены задачи выполнения работы на основе анализа имеющихся исходных данных.

2 Проектирование технологического процесса

2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование

В ходе проведения анализа типа производства было установлено, что чаще всего применимы методы получения заготовок такие как литье, штамповка и прокат. Анализ технологичности показал, что для получения заготовки, с учетом формы и габаритов детали, марки материала целесообразно применять различные методы штамповки или прокат. Использование проката в данном случае является заведомо невыгодным методом получения заготовки, так как исходя из формы детали и типа производства он имеет низкий коэффициент использования материала и высокие затраты на механическую обработку. Поэтому данный метод получения заготовки исключим из дальнейшего рассмотрения. Проведя анализ возможных вариантов методов штамповки [4] приходим к выводу, что для рассматриваемой детали заготовку наиболее целесообразно получать методами штамповки в открытых штампах или штамповки на горизонтально-ковочной машине. Выбор одного из данных вариантов производим путем сравнения их экономической эффективности, показателем которой являются общие затраты, рассчитанные по формуле:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$ – стоимость механической обработки, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг стружки, руб» [4].

Стоимость получения одного кг заготовок определяется по формуле:

$$\llcorner C_{\text{ЗАГ } i} = C_6 \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\text{П}}, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения заготовки;

C_6 – базовая стоимость получения заготовки рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент точности метода;

h_C – коэффициент сложности метода;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент программы выпуска» [4].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки полученной штамповкой в открытых штампах, 2 заготовки полученной штамповкой на горизонтально-ковочной машине» [4].

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 0,87 \cdot 1,29 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 41,66 \text{ р.}$$

Массу заготовки определим ориентировочно с использованием соответствующего коэффициента, так как выполнение точных расчетов на данном этапе проектирования невозможно в виду отсутствия данных по значениям припусков на обработку и напусков. Расчет производим по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_P, \quad (3)$$

где K_P – коэффициент метода получения и формы заготовки.

Массу детали определим путем создания твердотельной модели детали в специализированном программном обеспечении, например, «Компас». По результатам моделирования программа автоматически рассчитывает массу детали. В данном случае она равна 12,99 кг.

С использованием формулы (3) проводим расчеты массы заготовок, получаемых сравниваемыми методами.

$$Q_1 = 12,99 \cdot 1,6 = 20,78 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 12,99 \cdot 1,4 = 18,84 \text{ кг.}$$

Стоимость механической обработки при первом приближении может быть определена по формуле:

$$\ll C_{\text{МЕХ } i} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (4)$$

где C_C – приведенные затраты, руб.;

C_K – приведенные капитальные вложения, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [4].

Исходя из того, что применяются родственные методы получения заготовки методы обработки будут применены одинаковые. Тогда стоимость механической обработки не будет зависеть от метода получения заготовки.

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

Рассчитываем общие затраты.

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 41,66 \cdot 20,78 + 6,04 \cdot (20,78 - 12,99) - 1,4 \cdot (20,78 - 12,99) = \\ &= 901,83 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 41,66 \cdot 18,84 + 6,04 \cdot (18,84 - 12,99) - 1,4 \cdot (18,84 - 12,99) = \\ &= 812,01 \text{ р.} \end{aligned}$$

Из проведенных расчетов следует, что в данном случае должен быть принят метод получения заготовок штамповкой на горизонтально-ковочной машине.

С целью проектирования заготовки необходимо определить припуски на механическую обработку каждой поверхности детали.

На первом этапе решения данной задачи необходимо определить маршруты обработки для каждой поверхности детали. Общепринятый подход [14, 27] состоит в том, что маршрут обработки поверхности формируется исходя условия обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат, с учетом формы поверхности, требуемой точности обработки, требований к поверхностному слою и материала детали. С учетом этого для поверхностей рассматриваемой детали получаем

следующие маршруты их обработки.

Поверхности 1, 4, 18: фрезерование, термическая обработка.

Поверхности 2, 7, 19, 20, 22, 24: точение чистовое, термическая обработка.

Поверхности 3, 6, 9, 14: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка.

Поверхности 5, 12: фрезерование, термическая обработка, шлифование.

Поверхности 8, 16, 17, 23: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Поверхность 10: точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование.

Поверхности 11, 13: сверление, термическая обработка.

Поверхности 15, 21; точение, термическая обработка.

Поверхности 25, 26: сверление, термическая обработка, шлифование.

На следующем этапе проектирования заготовки определяем припуски на обработку поверхностей по определенным ранее маршрутам их обработки, а также размерам и требуемой точности обработки. Возможно использование нескольких методик определения припусков. В соответствии с характеристиками типа производства для наиболее ответственной и точной поверхности являющейся основной конструкторской базой диаметром $40k6^{(+0,018}_{+0,002})$ расчет производим с применением расчетно-аналитического метода [20].

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (5)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [20].

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (6)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя, образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [20].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (7)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [20].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (8)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [20].

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9) \text{ » [20]}$$

Проводим расчеты минимального, максимального и среднего припуска

для каждого перехода» [20].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,040^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,050 + \sqrt{0,010^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

$$z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,25) = 1,714 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,443 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,10) = 0,422 \text{ мм.}$$

$$z_{4max} = z_{4min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = 0,094 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1max} + z_{1min}) = 0,5 \cdot (1,714 + 0,801) = 1,258 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2max} + z_{2min}) = 0,5 \cdot (0,443 + 0,268) = 0,356 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,422 + 0,292) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4max} + z_{4min}) = 0,5 \cdot (0,094 + 0,066) = 0,080 \text{ мм} \gg [20].$$

«Минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (10) \gg [20]$$

«Для перехода, предшествующего термическому переходу минимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(T0-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (11) \gg [20]$$

«Максимальный диаметр определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (12)» [20]$$

«Средний диаметр определяется по формуле:

$$d_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i\text{ max}} + d_{i\text{ min}}). \quad (13)» [20]$$

«Выполняем расчеты.

$$d_{4min} = 40,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 40,018 \text{ мм.}$$

$$d_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (40,018 + 40,002) = 40,100 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 40,002 + 2 \cdot 0,066 = 40,150 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 40,150 + 0,039 = 40,189 \text{ мм.}$$

$$d_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (40,189 + 40,150) = 40,170 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО} min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 40,189 + 2 \cdot 0,292 = 41,229 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО} max} = d_{\text{ТО} min} + Td_{\text{ТО}} = 41,229 + 0,160 = 41,389 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО} \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{\text{ТО} max} + d_{\text{ТО} min}) = 0,5 \cdot (41,389 + 41,229) = \\ = 41,309 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{\text{ТО} min} \cdot 0,999 = 41,229 \cdot 0,999 = 41,188 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 41,188 + 0,100 = 41,288 \text{ мм.}$$

$$d_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (41,288 + 41,188) = 41,238 \text{ мм.}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 41,288 + 2 \cdot 0,268 = 41,824 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 41,824 + 0,250 = 42,074 \text{ мм.}$$

$$d_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (42,074 + 41,824) = 41,949 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 42,074 + 2 \cdot 0,801 = 43,676 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 43,676 + 1,600 = 45,276 \text{ мм.}$$

$$d_{0\text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (45,276 + 43,676) = 44,476 \text{ мм}»$$

[20].

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (14)» [20]$$

$$2z_{min} = 43,676 - 40,018 = 3,658 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (15)$$

$$2z_{max} = 3,658 + 1,600 + 0,016 = 5,274 \text{ мм.} \text{» [20].}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (16)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,658 + 5,274) = 4,466 \text{ мм.} \text{» [20].}$$

В соответствии с характеристиками типа производства припуски для обработки остальных поверхностей с целью снижения трудоемкости определяются на основе статистических данных [17, 24]. Суть методики состоит в определении минимального припуска на основе усредненных данных, а максимального припуска путем расчета по формуле (8). Данный подход позволяет обеспечить приемлемую точность расчетов в заданных условиях проектирования. Получаем следующие результаты.

«Припуски на обработку поверхностей 1, 18 составят: для перехода фрезерования минимальный припуск 2,2 мм, максимальный припуск 4,735 мм.» [17].

«Припуски на обработку поверхности 3 составят: для перехода точения черного минимальный припуск 1,15 мм, максимальный припуск 2,655 мм, для перехода точения чистового минимальный припуск 0,15 мм, максимальный припуск 0,297 мм.» [17].

«Припуск на обработку поверхности 5 составит: для перехода шлифования минимальный припуск 0,25 мм, максимальный припуск 0,289 мм.» [17].

«Припуски на обработку поверхности 6 составят: для перехода точения черного минимальный припуск 2,2 мм, максимальный припуск 4,03 мм,

для перехода точения чистового минимальный припуск 1,0 мм, максимальный припуск 1,323 мм.» [17].

«Припуски на обработку поверхностей 9, 14 составят: для перехода точения чернового минимальный припуск 2,5 мм, максимальный припуск 4,73 мм, для перехода точения чистового минимальный припуск 1,2 мм, максимальный припуск 1,523 мм.» [17].

«Припуски на обработку поверхности 10 составят: для перехода точения чернового минимальный припуск 2,15 мм, максимальный припуск 4,125 мм, для перехода точения чистового минимальный припуск 0,2 мм, максимальный припуск 0,55 мм, для перехода шлифования минимальный припуск 0,175 мм, максимальный припуск 0,525 мм.» [17].

«Припуск на обработку поверхности 12: для перехода шлифования минимальный припуск 0,35 мм, максимальный припуск 0,383 мм.» [17].

«Припуски на обработку поверхностей 15, 21: для перехода точения чернового минимальный припуск 1,75 мм, максимальный припуск 3,275 мм.» [17].

«Припуски на обработку поверхностей 16, 23: для перехода точения чернового минимальный припуск 2,2 мм, максимальный припуск 4,46 мм, для перехода точения чистового минимальный припуск 1,0 мм, максимальный припуск 1,365 мм, для перехода шлифования минимальный припуск 0,5 мм, максимальный припуск 0,71 мм, для перехода шлифования чистового минимальный припуск 0,2 мм, максимальный припуск 0,41 мм.» [17].

«Припуск на обработку поверхности 17: для перехода точения чернового минимальный припуск 1,5 мм, максимальный припуск 3,025 мм, для перехода точения чистового минимальный припуск 0,15 мм, максимальный припуск 0,325 мм, для перехода шлифования минимальный припуск 0,425 мм, максимальный припуск 0,495 мм, для перехода шлифования чистового минимальный припуск 0,03 мм, максимальный припуск 0,058 мм.» [17].

На следующем этапе проектирования заготовки определяются ее характеристики, данные по напускам и допускам на размеры. Для этого используется методика и данные [6]. В данном случае результаты выполнения данного этапа проектирования заготовки отражены в графической части работы.

Результатом проектирования заготовки является ее рабочий чертеж.

2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали

Этап проектирования маршрута изготовления детали является определяющим для эффективности технологического процесса. От принятых на данном этапе зависит количество операций, их состав и применяемые для их реализации средства технологического оснащения. В соответствии с принятым типом производства для проектирования маршрута изготовления детали будем использовать типовые технологические маршруты [2, 4, 8]. Синтез маршрута при данном подходе заключается в анализе каждой операции типового технологического процесса и исключения из него лишних операций с точки зрения получения заданных параметров рассматриваемой детали. Содержание каждой отдельной операции определяется путем объединения в них однородных методов обработки поверхностей. Результаты синтеза маршрута обработки детали приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Синтез маршрута изготовления детали

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005 Фрезерно-центровальная	фрезерование, сверление	1, 18, 25, 26
010 Токарная	точение	3, 6, 8, 9, 21, 23
015 Токарная	точение	10, 14, 15, 16, 17
020 Токарная	точение	2, 3, 6, 7, 8, 9
025 Токарная	точение	10, 14, 16, 17, 19, 20
030 Сверлильная	сверление	11, 13
035 Фрезерная	фрезерование	12
040 Шлицефрезерная	фрезерование	4, 5

Продолжение таблицы 1

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
045 Термическая	закалка, отпуск	все
050 Центрошлифовальная	шлифование	25, 26
055 Торцекруглошлифовальная	шлифование	16, 17
060 Торцекруглошлифовальная	шлифование	8, 23
065 Круглошлифовальная	шлифование	3, 10
070 Торцекруглошлифовальная	шлифование	16, 17
075 Торцекруглошлифовальная		8, 23
080 Круглошлифовальная	шлифование	3
085 Плоскошлифовальная	шлифование	12
090 Шлицешлифовальная	шлифование	5
095 Моечная	мойка	все
100 Контрольная	контроль	все

На основе синтезированного маршрутка обработки формируем план изготовления детали, который представляет собой графическое его отображение в виде эскизов обработки для каждой операции. Кроме маршрута обработки план изготовления включает сведения об используемом оборудовании, схемы базирования, операционные размеры и технические требования на выполнение операций. Выбор оборудования будет произведен далее. Схемы базирования разрабатываются исходя из конструктивных особенностей детали с учетом обеспечения принципов единства и постоянства баз, а также типовых схем базирования и рекомендаций [4, 30]. Операционные размеры рассчитываются с учетом принятых схем базирования и припусков на обработку с использованием рекомендаций [16]. Технические требования назначаются исходя из точности обработки обеспечиваемой на операции, используемых средств технологического оснащения, принятых схем базирования и рекомендаций [16].

Основные требования к содержанию и оформлению плана изготовления детали приведены в литературе [16]. Результаты проектирования плана изготовления представлены в графической части работы.

2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса

Техническое оснащение технологического процесса включает в себя оборудование, технологическую оснастку, режущий инструмент и средства контроля. Результаты выполнения данного этапа напрямую влияют на экономические показатели проектируемого технологического процесса. При выполнении данного этапа учтем ниже следующие рекомендации, высказанные ранее при анализе типа производства. Оборудование должно отвечать требованиям гибкости, то есть быть универсальным, желательно оснащенным системами числового управления. Допускается применение специализированного оборудования. Предпочтение отдается универсальным и стандартизированным средствам технологического оснащения и контроля.

«В состав средств технологического оснащения технологического процесса входят: оборудование, станочные приспособления, режущие инструменты и средства контроля» [4].

Выбор оборудования выполняется с учетом размеров требуемой рабочей зоны, требуемой мощности обработки, возможности обеспечения требуемых режимов резания. Модели станков будем выбирать по данным [13, 21].

Выбор станочных приспособлений выполняется с учетом реализуемой на операции схемы базирования, обеспечения надежности закрепления заготовки, выполнения требований по механизации и автоматизации процесса закрепления. Типоразмеры станочных приспособлений будем выбирать по данным [21, 22, 23].

Выбор режущего инструмента выполняется из условия обеспечения им требуемой точности обработки и качества поверхностного слоя, обработанных поверхностей с учетом обеспечения максимально возможной стойкости и минимальной стоимости инструмента. Конструкции режущих инструментов, марки материала режущих частей, а также типоразмеры будем выбирать по данным [9, 15, 19, 21].

Выбор мерительного инструмента выполняется с учетом требуемой точности контроля, требуемого типа предоставляемой по результатам контроля информации, конструктивных особенностей контролируемых элементов детали. Средства контроля будем выбирать по данным [3, 21].

В таблице 2 приведены результаты выбора средств оснащения технологического процесса.

Таблица 2 – Выбор средств оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
005 Фрезерно-центровальная	фрезерно-центровальный МР-179	штырь установочный ГОСТ 4743–83, тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168–75	фреза ГОСТ 24359–80 Т5К10, сверло ГОСТ14952–80 Р6М5	штангенциркуль ГОСТ 166–89, калибры
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	центр ГОСТ 8742–75, патрон трехкулачковый специальный	резец ГОСТ 20872–80 Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 166–89
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	центр ГОСТ 8742–75, патрон трехкулачковый специальный	резец ГОСТ 20872–80 Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 166–89
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	резец ГОСТ 18879–73 Т30К4	штангенциркуль ГОСТ 166–89, калибры
025 Токарная	токарный 16К20Ф3	центра ГОСТ 8742–75, Патрон поводковый ГОСТ 2571–71	резец ГОСТ 18879–73 Т30К4, резец ГОСТ 18879–73 Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 166–89
030 Сверлильная	сверлильный 2Н125Ф2	центр ГОСТ8742–75, Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615–89	сверло ГОСТ 4010–77 Р6М5	калибры
035 Фрезерная	горизонтально-фрезерный 6Т82Г	центра ГОСТ 8742–75, универсальная делительная головка УДГ–160 ГОСТ 8615–89	фреза специальная Р6М5	калибры
040 Шлицефрезерная	шлицефрезерный 5350	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	фреза ГОСТ 8027–60 Р6М5	калибры

Продолжение таблицы 2

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Инструменты	Средства контроля
045 Термическая				
050 Центрошлифовальная	центрошлифовальный 3925	тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168–75	головка алмазная ГОСТ2447-82	калибры
055 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	микрометр ГОСТ 6507–90
060 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	микрометр ГОСТ 6507–90
065 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3В151А	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007	микрометр ГОСТ 6507–90
070 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 24А60К7V35м/с1А	микрометр ГОСТ 6507–90
075 Торцекруглошлифовальная	торцекруглошлифовальный 3Т160	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 24А60К7V35м/с1А	микрометр ГОСТ 6507–90
080 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3В151А	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 24А60К7V35м/с1А	микрометр ГОСТ 6507–90
085 Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный 3Е711	центра ГОСТ 8742–75, универсальная делительная головка УДГ–160 ГОСТ 8615–89	круг 24А60К5V35м/с1А	калибры
090 Шлицешлифовальная	шлицешлифовальный 3450	центра ГОСТ 8742–75, патрон поводковый ГОСТ 2571–71	круг 24А60К5V35м/с1А	калибры
095 Моечная	моечная машина			
100 Контрольная	стол контрольный			штангенциркуль ГОСТ 166–89, микрометр ГОСТ 6507–90, калибры

Сведения по выбору средств оснащения технологического процесса,

представленные выше, заносим в соответствующие строки технологической документации (приложение А). Также необходимые сведения по средствам оснащения технологического процесса используются при проектировании технологических операций и разработке технологических наладок.

2.4 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических операций выполняем согласно методике [4]. В соответствии с ней в ходе проектирования необходимо разработать структуру каждой операции, определить технологические переходы, выполнить определение режимов резания и нормирование всех операций. При этом необходимо учесть особенности типа производства, выявленные в первом разделе данной работы.

Результаты определения структуры операций и технологических переходов, разработанные на основе рекомендаций [16], представлены в графической части работы на листах плана изготовления детали и технологических наладках.

Режимы резания на выполнение технологических операций и их нормирование выполняются с использованием расчетного метода и статистических данных [15, 18, 28].

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \quad (17)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [15].

«Исходя из полученного значения, определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (18)$$

где d – диаметр обработки, мм» [15].

«Исходя из технических характеристик оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (19)» [15]$$

«Выполнение нормирования технологических операций заключается в определении штучно-калькуляционного времени на их выполнение по формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (20)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

n_3 – размер партии деталей, шт» [15].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}} \quad (21)$$

где T_0 – основное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{обс}}$ – время на обслуживание, мин;

$T_{\text{п}}$ – время на личные потребности, мин» [18].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (22)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [18].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (23)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [18].

Остальные составляющие формулы (21) определяются по нормативным данным [18].

Результаты определения режимов резания и выполнения нормирования технологических операций приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Величина рабочего хода, мм	Основное время, мин
005	1	0,11	180	560	54	0,09
	2	0,08	5	320	12	0,49
010	1	0,5	163	450	167	0,74
015	1	0,5	163	450	251	1,12
020	1	0,24	220	630	159	1,05
	2	0,06	120	1000	5	0,08
025	1	0,24	220	630	145	0,96
030	1	0,20	26	1000	720	3,6
035	1	0,12	47	125	1472	3,07
040	1	0,2	42	250	67	1,34
050	1	0,55	15	300	0,8	0,18
055	1	0,014	30	320	0,96	0,31
060	1	0,014	30	320	0,713	0,16

Продолжение таблицы 3

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Величина рабочего хода, мм	Основное время, мин
065	1	0,02	30	320	270	1,26
070	1	0,011	35	250	0,544	0,49
075	1	0,011	35	250	0,58	0,51
080	1	0,009	35	250	87	0,63
085	1	0,003	35	–	1456	8,92
090	1	0,004	25	–	67	0,8

Сведения по определению режимов резания и нормированию операций технологического процесса, представленные выше, заносим в соответствующие строки технологической документации (приложение А). Также необходимые сведения используются при проектировании технологических наладок и проведению анализа полученного технологического процесса с целью его дальнейшего совершенствования.

Выполнение данного раздела позволило решить первую задачу данной выпускной квалификационной работы, которая заключается в проектировании технологического процесса изготовления. В ходе решения данной задачи произведен выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработка технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определены режимы резания и проведено нормирования технологических операций, спроектирована маршрутно-операционная технология изготовления.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование трехкулачкового патрона

Анализируя, представленный во втором разделе технологический процесс, приходим к выводу, что он имеет ряд недостатков. Один из них связан с применением на токарных черновых операциях стандартных немеханизированных патронов, что приводит к увеличению вспомогательного времени на выполнение операций, вследствие длительности процесса закрепления и снятия заготовок. Кроме этого, применение такого патрона приводит к нестабильности сил закрепления, что влияет на размерную точность обработки. В связи с этим принимаем решение спроектировать патрон с механизированным зажимом. Проектирование проводим по методике и справочным данным [7, 22, 23].

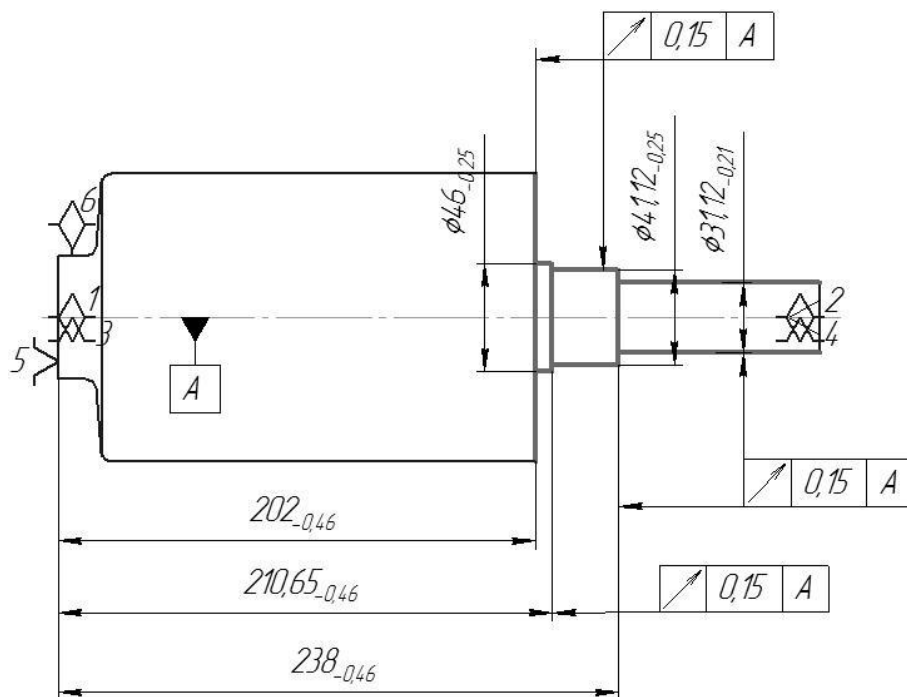


Рисунок 2 – Эскиз операции

Для определения силовых характеристик проектируемого патрона

рассчитываем силы, возникающие при обработке заготовки. Для этого используется формула:

$$\langle P_{z,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (24)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, характеризующие фактические условия выполнения операции;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [7].

Выполняем расчеты.

$$P_z = 10 \cdot 243 \cdot 3,62^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 163^{-0,3} \cdot 0,89 = 984 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 300 \cdot 3,62^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 163^{-0,15} \cdot 0,89 = 2679 \text{ Н.}$$

Определение силовых характеристик патрона производится на основе схемы закрепления, приведенной на рисунке 3.

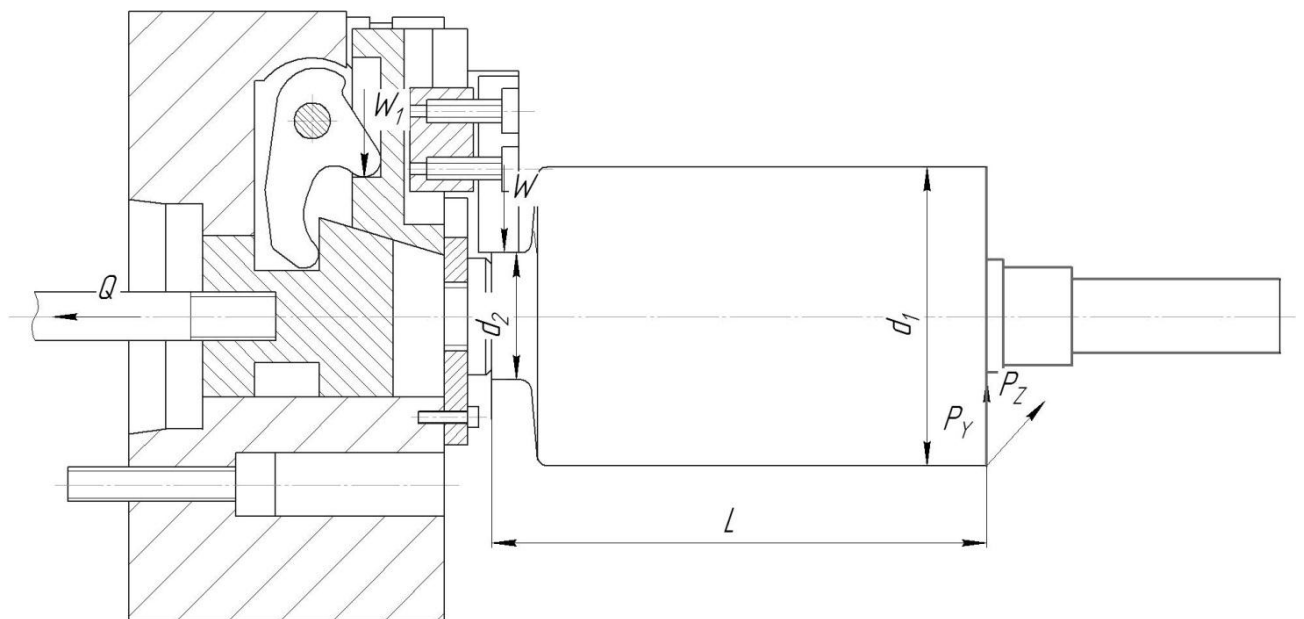


Рисунок 3 – Схема закрепления в трехкулачковом патроне

Поиск необходимой силы на приводе производится исходя из выполнения условия равновесия действующих в процессе обработки моментов.

«Момент от силы резания P_Z равен:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (25)$$

где d_1 – обрабатываемый диаметр, мм» [7].

«Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

$$M_{3_{P_Z}} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (26)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [7].

«Из условия равенства моментов силу зажима определяется по формуле:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \cdot K, \quad (27)$$

где K – коэффициент запаса» [7].

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (28)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент увеличения сил резания вследствие износа

режущего инструмента;

K_3 – коэффициент прерывистости процесса резания;

K_4 – коэффициент стабильности усилия зажима;

K_5 – коэффициент эргономических показателей привода» [22].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

По формуле (27) определяем силу зажима.

$$W = \frac{2679 \cdot 122}{0,3 \cdot 51} \cdot 1,8 = 38451 \text{ Н.}$$

«Момент от силы резания P_Y равен:

$$M_{P_{P_Y}} = P_Y \cdot l, \quad (29)$$

где l – плечо приложения силы, мм» [7].

«Момент силы зажима, противодействующий ему равен:

$$M_{3_{P_Y}} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (30) \gg [7]$$

«Из условия равенства моментов силу зажима определяется по формуле:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (31)$$

По формуле (31) определяем силу зажима» [7].

$$W = \frac{2 \cdot 984 \cdot 202}{3 \cdot 0,3 \cdot 51} \cdot 2,52 = 21826 \text{ Н.}$$

В соответствии с принятой методикой проектирования принимаем для дальнейших расчетов наибольшее значение требуемой силы зажима.

«Усилие зажима на постоянных кулачках рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (32)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [22].

Проводим расчеты.

$$W_1 = \frac{38451}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 50099 \text{ Н.}$$

«Тогда искомое усилие на приводе будет рассчитываться по формуле:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (33)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [22].

$$Q = \frac{50099}{2,5} = 20040 \text{ Н.}$$

Зная требуемое усилие развиваемое приводом, определяется диаметр поршня гидроцилиндра. Для этого используется формула:

$$\langle D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (34)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [23].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 20040}{5,0} + 30^2} = 77,4 \text{ мм.}$$

Данное значение следует округлить до ближайшего большего равного 80 мм.

Далее необходимо оценить точность спроектированного патрона. Для этого составляется его размерная схема, приведенная на рисунке 4. Пользуясь данной схемой, выводится формула для определения погрешности

установки заготовки в спроектированном патроне.

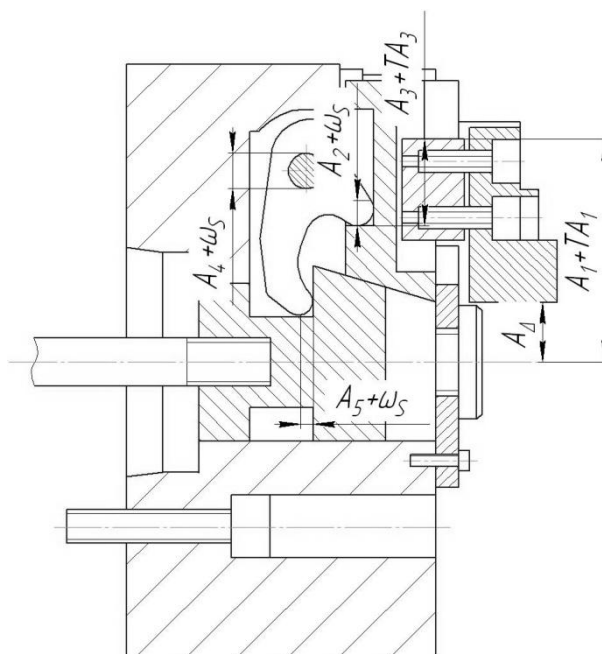


Рисунок 4 – Размерная схема трехкулачкового патрона

Из схемы, приведенной на рисунке 4, следует, что погрешность установки в трехкулачковом патроне рассчитывается по формуле:

$$\langle \varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (35)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – колебание зазора в сопряжении A_5 , мм» [7].

Производим расчет погрешности установки в трехкулачковом патроне.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

Для того, чтобы патрон удовлетворял заданной точности необходимо, чтобы полученное расчетное значение погрешности установки не превышало

допустимой погрешности установки, которая составляет 30 процентов от поля допуска на выполняемый на операции размер, имеющий наивысшую точность изготовления. В данном случае это значение составляет 0,063 мм, то есть условие выполняется, и патрон может быть применен на данной операции.

Подробно конструкция трехкулачкового патрона приведена в графической части работы, а его спецификация в приложении Б.

3.2 Проектирование дисковой фрезы

Следующим техническим решением, направленным на совершенствование технологического процесса будет модернизация операции фрезерования. На данной операции производится фрезерование пазов. Эскиз данной операции приведен на рисунке 5.

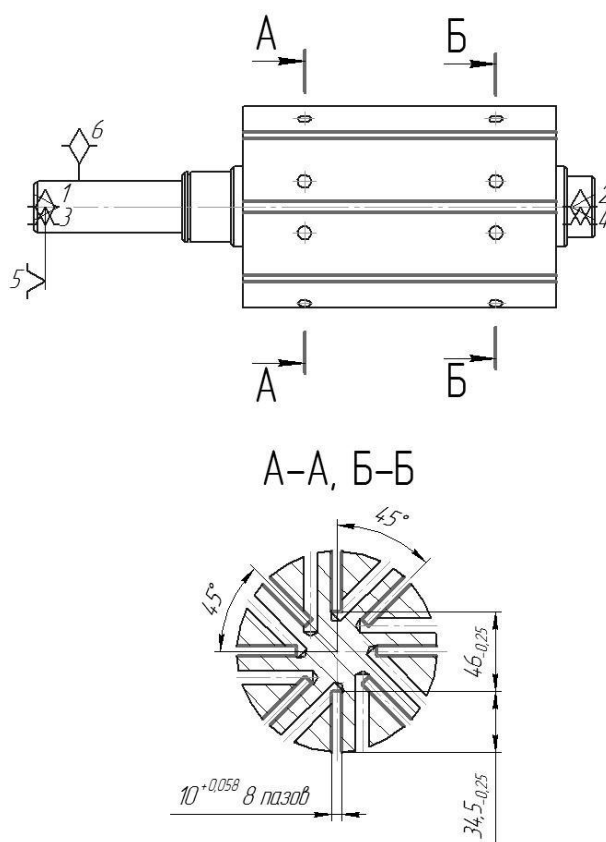


Рисунок 5 – Эскиз фрезерной операции

Фрезеруемые пазы имеют большую глубину и длину, при этом они являются узкими, что усложняет условия обработки. Применение стандартных цельных дисковых фрез на данной операции приводит к ускоренному их износу. С целью решения данной проблемы спроектируем дисковую фрезу со вставными ножами с использованием методики [1, 29].

Определение наружного диаметра фрезы производится по формуле:

$$\langle d_a = 0,12 \cdot B^{0,25} \cdot t^{0,09} \cdot S_z^{0,55} \cdot l^{0,75} \cdot y^{-0,25} + 2 \cdot (t^l + \Delta), \quad (36)$$

где B – ширина фрезерования;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/об;

l – расстояние между опорами, мм;

y – допустимый прогиб оправки, мм;

t^l – глубина паза, мм;

Δ – толщина проставочного кольца, мм» [1].

Производим расчеты.

$$\begin{aligned} d_a &= 0,12 \cdot 9^{0,25} \cdot 34,5^{0,09} \cdot 0,12^{0,55} \cdot 80^{0,75} \cdot 0,4^{-0,25} + 2 \cdot (34,5 + 10) = \\ &= 248,35 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Размер наружного диаметра принимаем ближайшее большее из нормального ряда, то есть 250 мм.

Число зубьев фрезы определяется по формуле:

$$\langle z = 360 \cdot \frac{\xi}{\psi}, \quad (37)$$

где ξ – коэффициент равномерности фрезерования;

ψ – угол контакта фрезы с заготовкой, град» [1].

Угол контакта фрезы с заготовкой определяется по формуле:

$$\psi = \arccos \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot t}{d_a}\right). \quad (38) \text{ [1]}$$

Производим расчеты.

$$\psi = \arccos \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 7,5}{250}\right) = 22,5 \text{ град.}$$

$$z = 360 \cdot \frac{2}{22,5} = 32.$$

Остальные геометрические параметры фрезы, а также геометрию режущей части, форму и конструкцию крепления ножей принимаем по рекомендациям [1]. С целью увеличения производительности обработки предлагается принять форму зубьев согласно рекомендациям [1, 29]. Предлагается в конструкции выполнить зубья двухсторонними. Такое решение позволит получить фактически трехстороннюю фрезу и тем самым увеличить в несколько раз эффективность обработки.

Выполнение данного раздела позволило решить вторую задачу данной выпускной квалификационной работы, которая заключалась в совершенствовании спроектированного технологического процесса. Решение данной задачи совершенствование токарной и фрезерной операций, путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В работе рассмотрен технологический процесс изготовления вала асинхронного двигателя «Oni». В процессе изготовления детали выполняются следующие операции: токарная, шлифовальная, фрезерно-центровальная и другие. Полный перечень операций приведен в таблице 1. В технологическом процессе участвуют операторы станков. Полный перечень оборудования, приспособлений и инструментов представлен в таблице 2.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Согласно приказа Минтруда № 776н «методы оценки уровня профессиональных рисков определяются работодателем с учетом характера своей деятельности и сложности выполняемых операций» [5].

В таблице 4 проведена идентификация профессиональных рисков, действующих на операторов станков.

Таблица 4 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень оборудования	Реестр опасностей/ рисков	Опасные и вредные производственные факторы
фрезерно-центровальный МР-179, токарный 16К20Ф3, горизонтально-фрезерный 6Т82Г, сверлильный 2Н125Ф2, шлицефрезерный 5350, центрошлифовальный 3925, торцекруглошлифовальный 3Т160, круглошлифовальный 3В151А, плоскошлифовальный 3Е711,	«груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту» [5]	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [5]
	транспортное средство, в том числе погрузчик	«движущиеся твердые, жидкие» [5]
	«транспортное средство, в том числе погрузчик» [5]	«или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [5]
	«подвижные части машин и механизмов» [5]	движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые,

Продолжение таблицы 4

Перечень оборудования	Реестр опасностей/ рисков	Опасные и вредные производственные факторы
шлифшпильный 3450		«жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [5]
	«воздействие на кожные покровы смазочных масел» [5]	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5]
	материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5]
	«повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [5]	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [5]
	«воздействие общей вибрации» [5]	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [5]
	«физические перегрузки» [5]	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [5]
	«электрический ток» [5]	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действием которого попадает работающий» [5]

Таким образом, можно сделать вывод, что операторы станков подвергаются воздействию опасных и вредных производственных факторов физического, химического и психофизиологического воздействия, что приводит к возникновению соответствующих профессиональных рисков.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Разработаем методы и средства снижения профессиональных рисков на основе Приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» (таблица 5).

Таблица 5 - Методы и средства снижения профессиональных рисков

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [5]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
транспортное средство, в том числе погрузчик	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [5]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [5]
подвижные части машин и механизмов	«устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих элементов» [5]	использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих «костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы

Продолжение таблицы 5

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
		«производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [5]
воздействие на кожные покровы смазочных масел	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктаж работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [5]
материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]
повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных» [5]

Продолжение таблицы 5

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
	«загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]	поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты
воздействие общей вибрации (колебания всего тела, передающиеся с рабочего места).	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [5]
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [5]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [5]
электрический ток	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [5]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений,» [5]

Продолжение таблицы 5

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
		сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности

Приведенные в таблице 5 мероприятия выполнены на основе действующих нормативных документов и позволяют эффективно снизить профессиональные риски, воздействующие на работников, выполняющих технологический процесс изготовления вала асинхронного двигателя.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Характеристика производственного корпуса по пожароопасности представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика производственного корпуса

Характеристика	Показатель
категория по взрыво и пожаробезопасности	пожароопасное
степень огнестойкости зданий и сооружений	из негорючих
класс помещения в зависимости от окружающей среды	сухое
класс помещения по степени опасности поражения электрическим током	с повышенной опасностью

По виду горючего материала возможные пожары относятся к классу D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов. Учет это при разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса.

«К основным опасным факторам возможного пожара в данном случае относятся: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов

горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [5].

В таблице 7 представлены средства обеспечения пожарной безопасности. Индивидуальные средства защиты для операторов станков не предусмотрено действующими нормативными документами.

Таблица 7 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
огнетушители: – ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100.	мотопомпа пожарная Shibaura	пожарный извещатель ИП-212-141	пожарный щит класса ЦП-А	оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220, программно-аппаратный комплекс «Стрелец-мониторинг»

В целях предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; проводится инструктаж по пожарной безопасности. Каждый работник, зафиксировавший негативную ситуацию, которая может привести к возникновению пожаров, обязан уведомить об этом своего непосредственного руководителя работ.

В цехах и складских помещениях имеются огнетушители, иные средства пожаротушения. Помещения оборудованы системами противопожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Основными негативными факторами, оказывающими антропогенное

воздействие при выполнении технологического процесса, в данном случае являются выбросы в сточные воды и выбросы в землю. Выбросы в атмосферу при выполнении данного технологического процесса проявляются в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли, поэтому данными выбросами можно пренебречь.

Сточные воды, образующиеся вследствие выполнения технологического процесса, включают в свой состав масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива и мелкой стружки. В качестве отходов, попадание которых возможно в землю, образуются металлический лом, стружка, мусор промышленный, отработанные масла и смазочно-охлаждающие жидкости.

ГОСТ Р 53692–2009 определяет основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации опасных промышленных отходов [5]. В случае аварийной ситуации для работников и населения, находящегося в пределах воздействия вредных химических веществ необходимо применение средств индивидуальной защиты органов дыхания. В целом «возможные причины возникновения и развития аварийных ситуаций условно можно разделить на три группы: отказы оборудования, ошибочные действия работников, внешние воздействия природного и техногенного характера» [5].

В разделе проведен анализ профессиональных рисков, воздействующих на работников, выполняющих технологический процесс изготовления вала асинхронного двигателя, представлены мероприятия по снижению рисков, выполненные на основе действующих нормативных документов, проведен анализ пожарной и экологической безопасности техпроцесса.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являющийся завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 6).

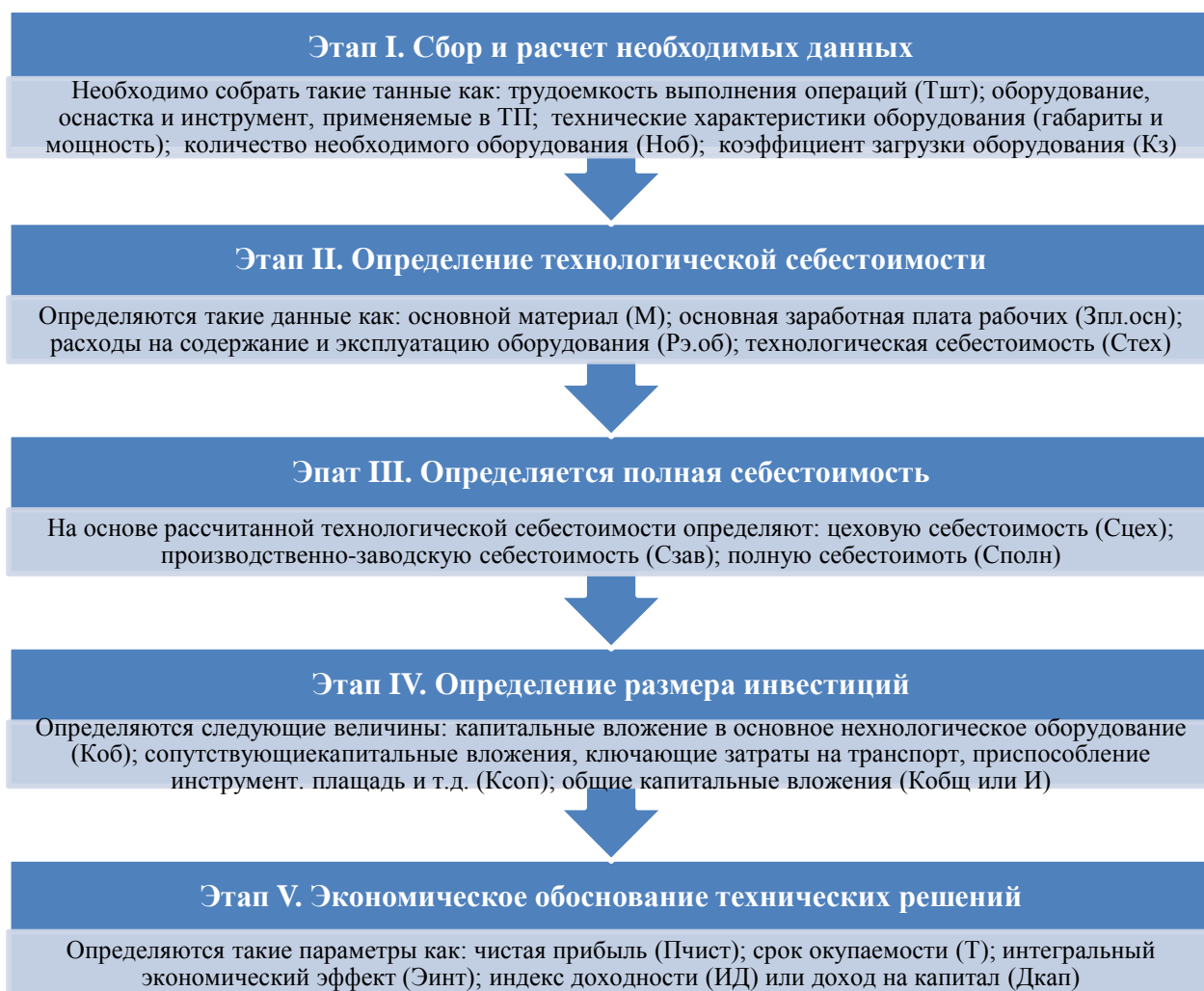


Рисунок 6 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 6, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [10].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 7.

Базовый вариант технологического процесса 010 и 035 операций	Проектный вариант технологического процесса 010 и 035 операций
<p>•Операция 010:</p> <ul style="list-style-type: none"> •<u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3; •<u>Оснастка</u> – 3-хкулачковый партон с ручным зажимом •<u>Инструмент</u> – резец токарный, Т5К10 •<u>Трудоёмкость</u> – Тшт = 2,12 мин, То = 0,74 мин <p>•Операция 035 :</p> <ul style="list-style-type: none"> •<u>Оборудование</u> – фрезерный станок, модель 6Т82Г •<u>Оснастка</u> – центра, универсальная делительная головка •<u>Инструмент</u> – цельная фреза дисковая Ø100, Р6М5 •<u>Трудоёмкость</u> – Тшт = 4,76 мин, То = 3,99 мин 	<p>•Операция 010:</p> <ul style="list-style-type: none"> •<u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3; •<u>Оснастка</u> – 3-хкулачковый патрон механизированный •<u>Инструмент</u> – резец токарный, Т5К10 с износостойким покрытием; •<u>Трудоёмкость</u> – Тшт = 1,53 мин, То = 0,74 мин <p>•Операция 035:</p> <ul style="list-style-type: none"> •<u>Оборудование</u> – фрезерный станок, модель 6Т82Г •<u>Оснастка</u> – центра, универсальная делительная головка •<u>Инструмент</u> – фреза дисковая специальная со вставными ножами Ø250, Р6М5 •<u>Трудоёмкость</u> – Тшт = 3,84 мин, То = 3,07 мин

Рисунок 7 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 7, изменениям подвергается модель оборудования и применяемый инструмент. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 8.

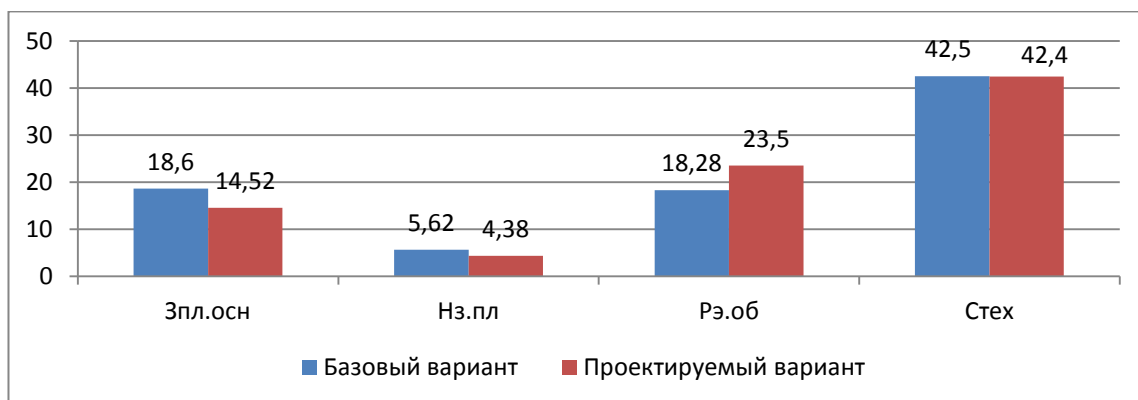


Рисунок 8 – Формирование технологической себестоимости 010 и 035 операций по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 8 можно сделать вывод о том, что два параметра в проектируемом варианте снижаются. Но один показатель имеет тенденцию к увеличению, что, в конечном счете, привели к увеличению технологической

себестоимости, соответственно в проектном варианте технологическая себестоимость выше на 0,21%.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная. Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 9. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

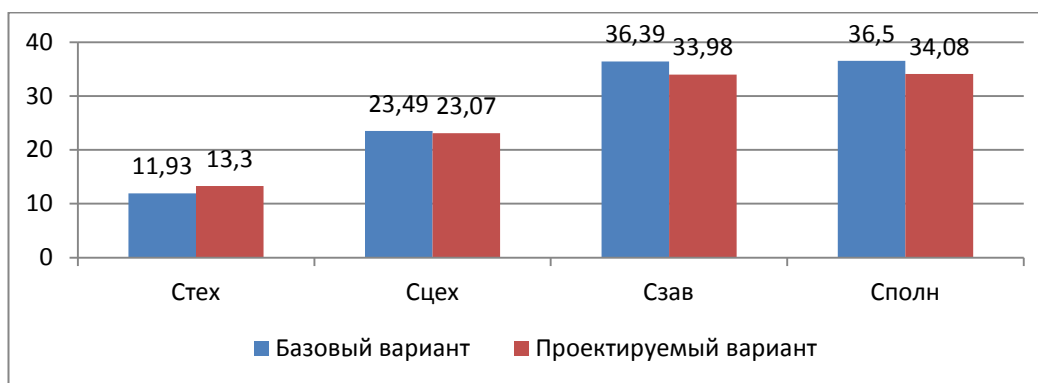


Рисунок 9 – Формирование полной себестоимости 010 и 035 операций по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 9, не смотря на то, что технологическая себестоимость базового варианта ниже, все остальные значения в проектируемом варианте, имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость 010 и 035 операций проектируемого процесса уменьшилась на 14,99 рубля, что составляет 13,56%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса. Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 10. Как видно из рисунка 10, инвестиции потребуются на: проектирование ($Z_{ПР}$), приспособление ($K_{ПР}$),

инструмент (K_{II}), корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное производство ($HЗП$). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (I) составит 220147,40 рублей.

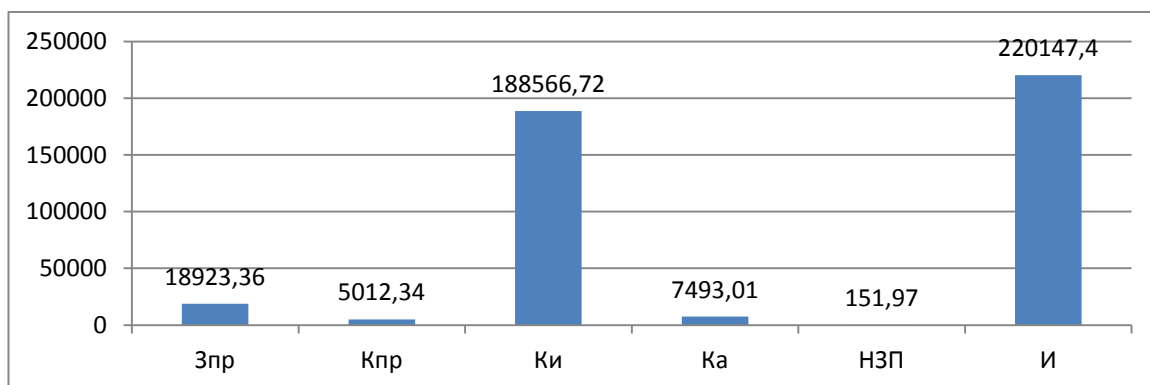


Рисунок 10 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных 010 и 035 операций, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений. Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 6 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта. Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 18431,22 рубля при 3-хлетнем сроке окупаемости инвестиций. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

В ходе выполнения раздела решена задача определения экономической эффективности. В результате подтверждена правильность принятых технических решений.

Заключение

В ходе выполнения работы достигнута ее цель, которая заключается в разработке технологии изготовления, обеспечивающей выпуск валов асинхронного двигателя соответствующих заданным показателям качества изготовления для всей годовой программы выпуска, при условии обеспечения минимальной стоимости изготовления.

Достижение цели производится поэтапно, путем решения соответствующих задач, выявленных в ходе анализа исходных данных. Решение задачи проектирования технологического процесса изготовления включает в себя выбор и проектирование заготовки, выбор методов обработки, разработку технологических схем базирования, выбор средств технологического оснащения, определение режимов резания и проведение нормирования технологических операций, проектирование маршрутно-операционной технологии изготовления.

Решение задачи совершенствования спроектированного технологического процесса включает в себя выявление лимитирующих операций, их критический анализ и совершенствование, путем проектирования токарного трехкулачкового патрона для токарной операции и дисковой фрезы для фрезерной операции.

Решена задача обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности путем анализа действующих на производстве опасных и вредных факторов, а также разработкой соответствующих мероприятий.

Решена задача определения экономической эффективности. В результате подтверждена правильность принятых технических решений.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы спроектирован технологический процесс изготовления вала асинхронного двигателя «Oni», а также рассмотрены мероприятия по совершенствованию предложенной технологии изготовления.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов : монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 05.04.2022).
2. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 10.04.2022).
3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2021. – 22 с.
6. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.
7. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.04.2022).
8. Ковшов А.Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. – Изд. 2–е, испр. ; Гриф УМО. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. – 319 с.

9. Кожевников Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2014. – 520 с.

10. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 12.05.2022).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 10.03.2022).

12. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 15.04.2022).

13. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 336 с.

14. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. – 295 с.

15. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 399 с.

16. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 18.04.2022).

17. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении:

Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

18. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

19. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 2006. – 541 с.

20. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

22. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1984. – 592 с.

23. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1984. – 655 с.

24. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 18ХГТ [Электронный ресурс]. – URL: https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/18XGT (дата обращения: 02.04.2022).

26. Cica D. Predictive modeling of turning operations under different cooling/lubricating conditions for sustainable manufacturing with machine learning techniques. / Cica D., Sredanovic B., Tesic S., Kramar D. // Applied

Computing and Informatics. 2020. P. 28 – 36

27. Ertürk S., Kayabaşı O. Investigation of the cutting performance of cutting tools coated with the thermo-reactive diffusion (trd) technique. / IEEE Access. 2019. T. 7. P. 106824 – 106838.

28. Ghosh S., Rao P.V., Application of sustainable techniques in metal cutting for enhanced machinability: a review. / J. Cleaner Prod. 100 (2015), P 17 – 34.

29. Qin P. Research on the influence of feed speed variation on turning chatter stability. / Qin P., Wang M., Sun L., Zhang Y. // Proceedings of 2020 IEEE 11th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies, ICMIMT 2020. P. 57 – 62.

30. Vasilkov D.V. Dynamic system stability when machining with cutter. / Vasilkov D.V., Cherdakova V.S., Nikitin A.V. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. II International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering, IPDME 2018. P. 022 – 045.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Директ.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разработал	Маргин			ТГУ Кафедра ОТМП															
Проверил	Козлов																		
Утвердил	Логинов			Вал асинхронного двигателя															
Н. контр.	Козлов																		
М01	Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71																		
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЭ						
		166	1299	1		069		φ122x388,8				1	18,84						
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Троз	Тшт		
А03	XX XX XX	000	Заготовительная																
Б04	Горизонтально-ковачная машина																		
О5																			
А06	XX XX XX	005	4269 Фрезерно-центровальная																
Б07	381631	Фрезерно-центровальный МР-179 3 17845 312 1Р 1 1 1 200 1 125																	
О08	Обработать поверхности 1, 18, 25, 26 в размер φ4 _{0,027} , 322 _{0,57} .																		
Т09	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75; 391801 Фреза торцовая φ100 ГОСТ 24359-80 Т5К10;																		
Т10	391267 Сверло центровочное А4 ГОСТ14952-80 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89.																		
11																			
А12	XX XX XX	010	4110 Токарная																
Б13	381101	Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 200 1 153																	
О14	Точить поверхности 3, 6, 8, 9, 21, 23 в размеры φ42,074 _{0,25} ; φ46 _{0,25} ; φ30,594 _{0,21} ; 238,323 _{0,16} ;																		
О15	211,485 _{0,16} ; 197,523 _{0,16} .																		
Т16	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный																		
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	<i>Т5К10 ГОСТ 20872-80; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89.</i>														
20															
А 21	<i>XX XX XX 015 4110 Токарная</i>														
Б 22	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 200 1 184</i>														
О 23	<i>Точить поверхности 10, 14, 15, 16, 17 в размеры $\phi 42,074_{0,25}$; $\phi 46_{0,25}$; $\phi 117,15_{0,35}$; $303,515_{0,52}$; $301,523_{0,52}$</i>														
Т 24	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный</i>														
Т 25	<i>Т5К10 ГОСТ 20872-80; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89.</i>														
26															
А 27	<i>XX XX XX 020 4110 Токарная</i>														
Б 28	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 200 1 185</i>														
О 29	<i>Точить поверхности 2, 3, 6, 7, 8, 9 в размер $\phi 41,288_{0,4}$; $\phi 30_{0,084}$; $\phi 37,5_{0,34}$; $315,5_{0,25}$; $232_{0,185}$; $227,1_{0,185}$</i>														
О 30	<i>$205,12_{0,185}$; $202_{0,185}$; $15_{0,1} \times 45^\circ$.</i>														
Т 31	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392151 Резец контурный Т30К4</i>														
Т 32	<i>ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1</i>														
Т 33	<i>ГОСТ166-89; 393400 Калибры.</i>														
34															
А 35	<i>XX XX XX 025 4110 Токарная</i>														
Б 36	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 200 1 164</i>														
О 37	<i>Точить поверхности 10, 14, 15, 16, 17 в размер $\phi 41,288_{0,4}$; $\phi 117,15_{0,35}$; $315,5_{0,21}$; $302,12_{0,21}$; $295_{0,21}$.</i>														
Т 38	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392151 Резец контурный Т30К4</i>														
Т 39	<i>ГОСТ18879-73; 392104 Резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1</i>														
Т 40	<i>ГОСТ166-89; 393400 Калибры.</i>														
41															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
А 69	XX	XX	XX	030	4121 Сверлильная													
Б 70	381213	Вертикально-сверлильный	2Н125Ф2	3	15292	312	1Р	1	1	1	200	1						4,5
О 71	Обрабатывать поверхности 11, 13 в размеры 35 _{0,25} ; 145 _{0,1} ; 43 _{0,25} ; $\phi 8^{+0,15}$.																	
Т 72	396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;																	
Т 73	391267 Сверло спиральное $\phi 8$ ГОСТ 4010-77 Р6М5; 393400 Калибры.																	
74																		
А 75	XX	XX	XX	035	4262 Фрезерная													
Б 76	381631	Горизонтально-фрезерный	6Т82Г	3	18632	312	1Р	1	1	1	200	1						3,84
О 77	Фрезеровать поверхности 12 в размеры 46 _{0,25} ; 34,5 _{0,25} ; 9,234 _{0,018} .																	
Т 78	396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;																	
Т 79	391833 Фреза дисковая Р6М5 $\phi 250$ специальная Р6М5; 393400 Калибры.																	
80																		
А 81	XX	XX	XX	040	4162 Шлицефрезерная													
Б 82	381672	Шлицефрезерный	5350	3	12287	312	1Р	1	1	1	200	1						2,04
О 83	Нарезать шлицы поверхности 4, 5 в размеры $\phi 26_{0,24}$; 6,578 _{0,018} ; 9,234 _{0,018} ; 252 _{0,52} .																	
Т 84	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 391816 Фреза червячная $\phi 70$																	
Т 85	Р6М5 ГОСТ 8027-60; 393400 Калибры.																	
86																		
А 87	XX	XX	XX	045	Термическая													
88																		
А 89	XX	XX	XX	050	4142 Центрошлифовальная													
Б 90	381317	Центрошлифовальный	3925	3	18873	312	1Р	1	1	1	200	1						0,78
О 91	Шлифовать поверхности 25, 26 в размер $\phi 4,5^{+0,011}$.																	
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 94	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ21168-75; 397120 Головка шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;														
Т 95	393120 Калибры.														
96															
А 97	XX XX XX 055 4130 Торцевкруглошлифовальная														
Б 98	381311 Торцевкруглошлифовальный 3Т160 3 18873 312 1Р 1 1 1 200 1 1,02														
О 99	Шлифовать поверхности 16, 17 в размеры $\phi 40,189_{-0,039}$; $301,41_{-0,21}$.														
Т 100	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный														
Т 101	3-750x32x350 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007; 393413 Микрометр МК-70 ГОСТ 6507-90.														
102															
А 103	XX XX XX 060 4130 Торцевкруглошлифовальная														
Б 104	381311 Торцевкруглошлифовальный 3Т160 3 18873 312 1Р 1 1 1 200 1 0,76														
О 105	Шлифовать поверхности 8, 23 в размеры $\phi 40,189_{-0,039}$; $209,41_{-0,185}$.														
Т 106	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный														
Т 107	3-750x32x350 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007; 393413 Микрометр МК-70 ГОСТ 6507-90.														
108															
А 109	XX XX XX 065 4131 Круглошлифовальная														
Б 110	381311 Круглошлифовальный 3В151А 3 18873 312 1Р 1 1 1 200 1 1,94														
О 111	Шлифовать поверхности 3, 10 в размеры $\phi 30,063_{-0,084}$; $\phi 115_{-0,35}$.														
Т 112	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный														
Т 113	1-300x50x127 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007; 393413 Микрометр МК-150 ГОСТ 6507-90.														
114															
А 115	XX XX XX 070 4130 Торцевкруглошлифовальная														
Б 116	381311 Торцевкруглошлифовальный 3Т160 3 18873 312 1Р 1 1 1 200 1 1,16														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
0 117	<i>Шлифовать поверхность 16, 17 в размеры $\phi 40,018_{-0,016}^{+0,021}$.</i>														
Т 118	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный</i>														
Т 119	<i>3-750x32x350 24А60К7V35м/с1А; 393413 Микрометр МК-70 ГОСТ 6507-90.</i>														
120															
А 121	<i>XX XX XX 075 4130 Торцевкруглошлифовальная</i>														
Б 122	<i>381311</i>	<i>Торцевкруглошлифовальный</i>	<i>ЗТ160</i>	<i>3</i>	<i>18873</i>	<i>312</i>	<i>1Р</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>200</i>	<i>1</i>	<i>1,18</i>		
0 123	<i>Шлифовать поверхность 8, 23 в размеры $\phi 40,018_{-0,016}^{+0,021}$.</i>														
Т 124	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный</i>														
Т 125	<i>3-750x32x350 24А60К7V35м/с1А; 393413 Микрометр МК-70 ГОСТ 6507-90.</i>														
126															
А 127	<i>XX XX XX 080 4131 Круглошлифовальная</i>														
Б 128	<i>381311</i>	<i>Круглошлифовальный</i>	<i>ЗВ151А</i>	<i>3</i>	<i>18873</i>	<i>312</i>	<i>1Р</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>200</i>	<i>1</i>	<i>1,31</i>		
0 129	<i>Шлифовать поверхность 3 в размер $\phi 29,993_{-0,020}$.</i>														
Т 130	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный</i>														
Т 131	<i>1-300x50x127 24А60К7V 35м/с1А ГОСТ52781-2007; 393413 Микрометр МК-150 ГОСТ 6507-90.</i>														
132															
А 133	<i>XX XX XX 085 4133 Плоскошлифовальная</i>														
Б 134	<i>381313</i>	<i>Плоскошлифовальный</i>	<i>ЗЕ711</i>	<i>3</i>	<i>18873</i>	<i>312</i>	<i>1Р</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>800</i>	<i>1</i>	<i>11,14</i>		
0 135	<i>Шлифовать поверхность 12 в размер $10_{-0,022}^{+0,022}$.</i>														
Т 136	<i>396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;</i>														
Т 137	<i>39810 Круг шлифовальный 1-300x8x127 24А60К5V35м/с1А ГОСТ52781-2007; 393400 Калибры.</i>														
138															
А 139	<i>XX XX XX 090 4162 Шлицешлифовальная</i>														
МК															

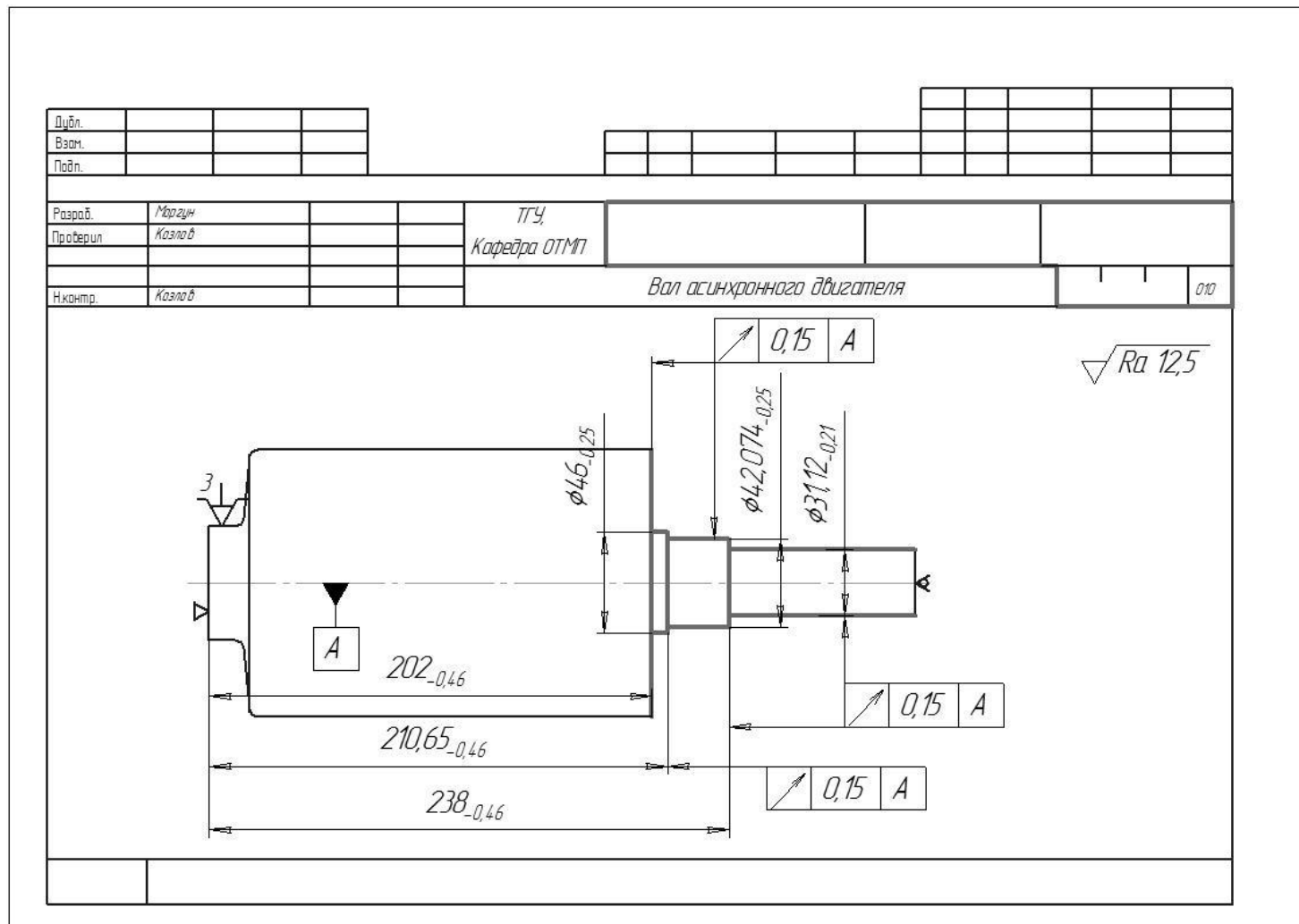
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б 140	381315	Шлицешлифовальный	3450	3	18873 312 1Р	1	1	1	800	1				148
О 141	Шлифовать поверхность 5 в размер 5.99 мм.													
Т 142	396110	Патрон поводковый	ГОСТ2571-71; 392841	Центр	ГОСТ 8742-75; 39810	Круг	шлифовальный							
Т 143	3-80x5x13	24A60K5V35M/c1A	ГОСТ52781-2007; 393400	Калибры.										
144														
А 145	XX XX XX	095	Маячная											
146														
А 147	XX XX XX	100	Контрольная											
148														
149														
150														
151														
152														
153														
154														
155														
156														
157														
158														
159														
160														
161														
162														
МК														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



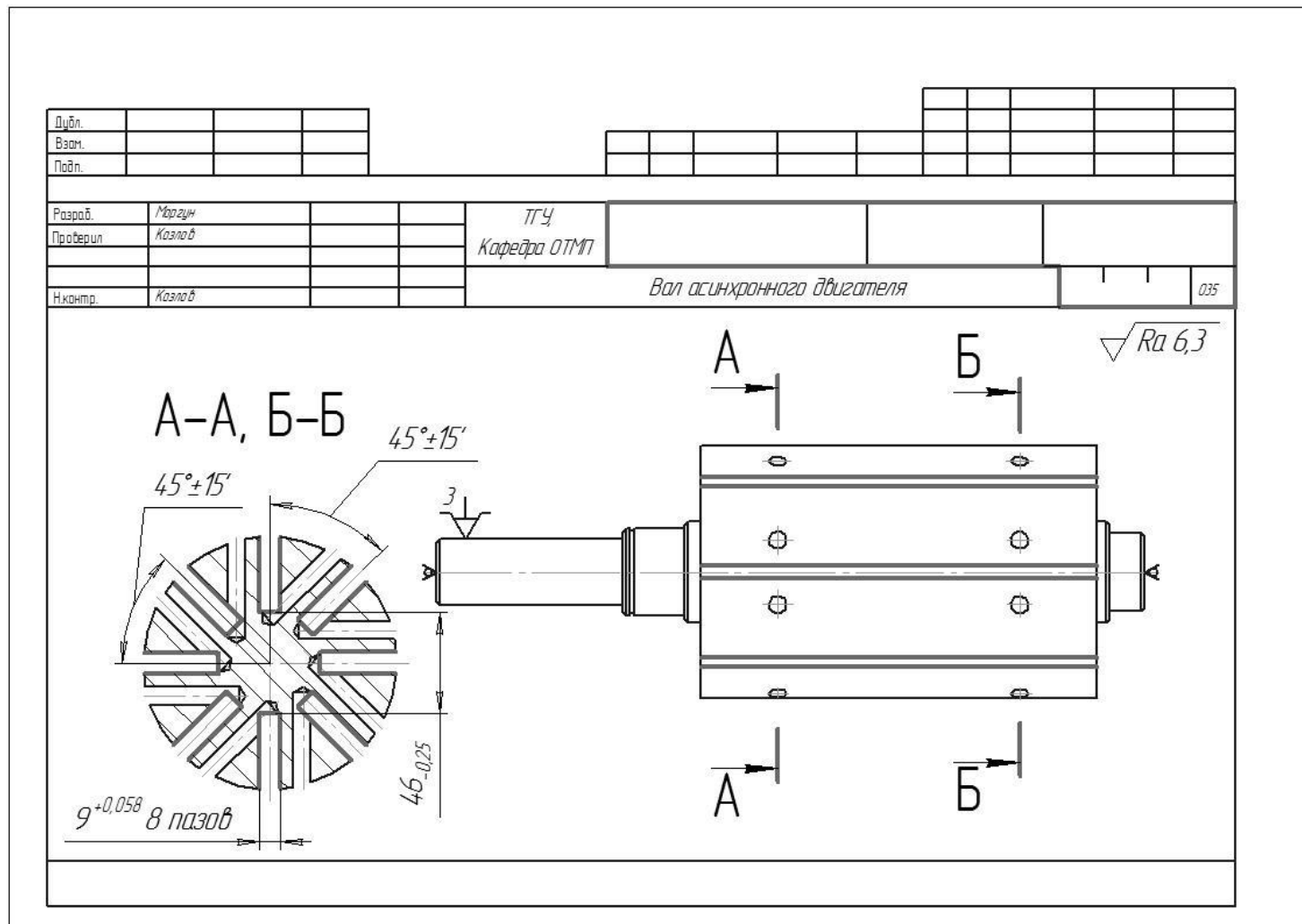
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82		Форм 1		
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	Морзун			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМТ										
Н.контр.	Козлов			Вал асинхронного двигателя							Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	МЦ	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Токарная		Сталь 18ХТ ГОСТ 4543-71				166	12,99	Ø122х388,8			18,84	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			Тв	Ть	Тгв	Тшт	Сож					
16К20ФЗ					0,74			153	Ужало-1					
		пн	о	и	в	л	т	и	с	п	у			
01	1. Установить заготовку													
Т.02	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный													
Т.03	Т5К10 ГОСТ 20872-80.													
04	2. Точить последовательно поверхности и торцы выдерживая размеры согласно эскиза													
Р.05		1					3,62		0,5	450	163			
06	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.													
07														
08														
09														
10														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



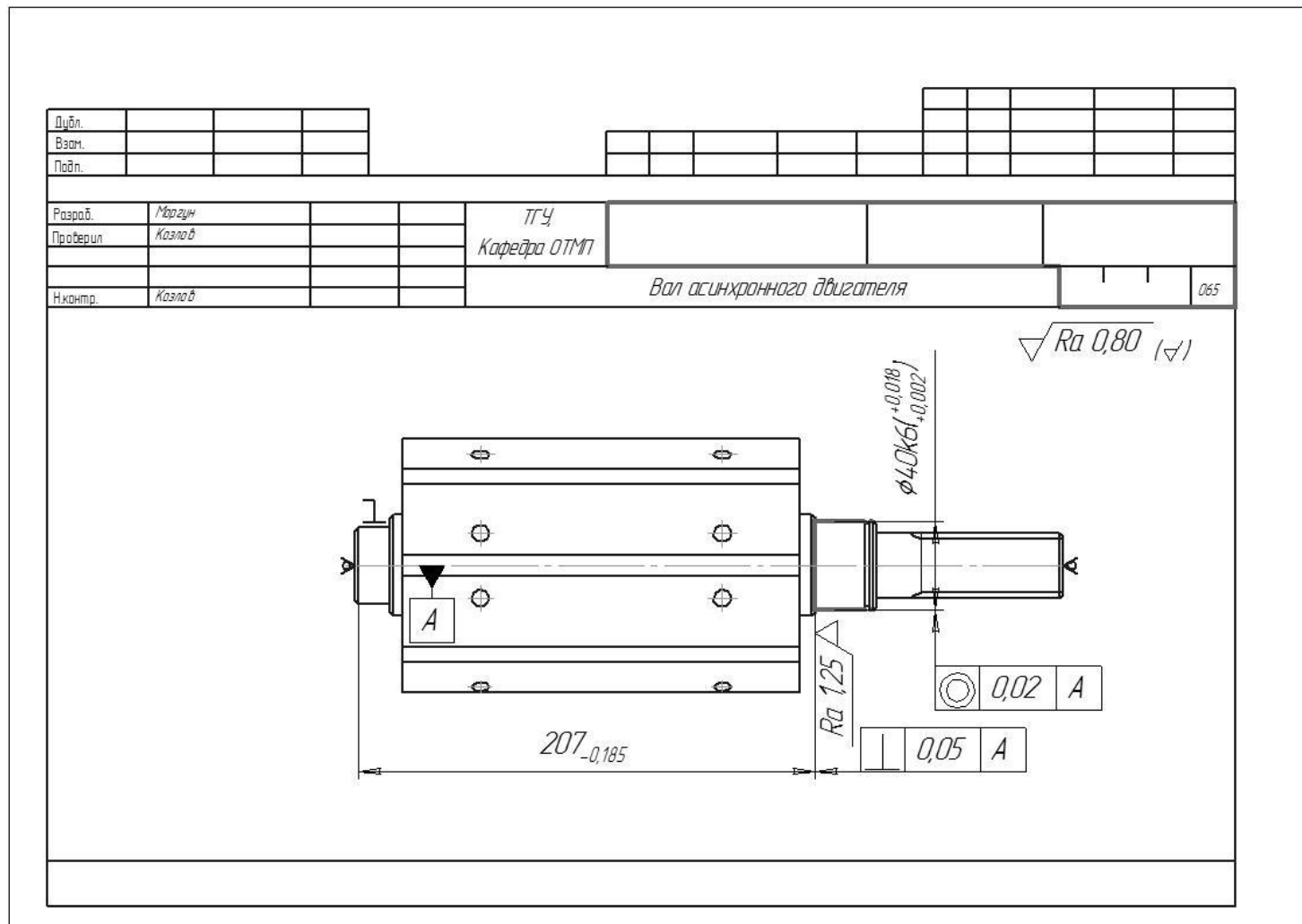
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82		Форм 1					
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Разраб.	Морзун																
Проверил	Козлов																
Н.контр.	Козлов																
Наименование операции											Вал асинхронного двигателя		Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование материала											ТВ	МЦ	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Фрезерная											166	12,99	Ø122x388,8		18,84	1	
Оборудование, устройство ЧПУ											Обозначение программы		Тв	Тв	Тв	Тшт	Сок
6Т82Г											3,07					3,84	Уч.инст-1
01	1. Установить заготовку																
Т.02	396190 Универсальная делительная головка ЧДГ-160 ГОСТ8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;																
Т.03	391833 Фреза дисковая Р6М5 Ø250 специальная Р6М5.																
04	2. Фрезеровать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.																
Р.05																	
06	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																
07																	
08																	
09																	
10																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82		Форм 1					
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Разраб.	Морзун																
Проверил	Козлов																
Исполн.	Козлов																
<i>Вал асинхронного двигателя</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.				
Наименование операции										Материал		Твердость	EB	МЦ	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
<i>Шлифовальная</i>										<i>Сталь 18ХТ ГОСТ 4543-71</i>			<i>166</i>	<i>12,99</i>	<i>Ø122х388,8</i>	<i>18,84</i>	<i>1</i>
Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы		Тв	Тв	Тв	Тшт	Сок	
<i>3Т160</i>												<i>0,58</i>			<i>1,18</i>	<i>Указан-1</i>	
										п	и	л	т	и	с	п	у
01	<i>1. Установить заготовку</i>																
Т.02	<i>396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 39810 Круг шлифовальный</i>																
Т.03	<i>3-750х32х350 24А60К7V35м/с1А.</i>																
04	<i>2. Шлифовать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.</i>																
Р.05															<i>0,011</i>	<i>250</i>	<i>35</i>
06	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>																
07																	
08																	
09																	
10																	

